Bonn. zool. Beitr.	Bd. 38	H. 4	S. 273—297	Bonn, November 1987

Neue Daten zur Morphologie, Verbreitung und Ökologie der Spitzmäuse *Sorex araneus* und *S. coronatus* im Rheinland

Johannes Handwerk

Abstract. New data on the morphology, ecology and distribution of the two sibling species *Sorex araneus* und *S. coronatus* in the Rhineland are given. 21 different measurements were taken from a sample of 73 *S. araneus* and 85 *S. coronatus* skulls and mandibles, and simple and combined indices were calculated. By use of two combined indices (x_5/x_6 and x_{21}/x_{19}) it was possible to identify 96,2 % of 402 skulls correctly. A set of qualitative and quantitative characters is presented as an identification aid. All localities studied in the Rhineland with a minimum sample size of 4 specimens showed a sympatric occurrence of the two species. More closely studied habitats around Bonn showed that *S. araneus* and *S. coronatus* may live close together. However the percentage of the two species seems to vary with temperature and humidity: *S. araneus* prefers a cold and humid milieu whereas *S. coronatus* also occurs in open and dry habitats.

Key words. Mammalia, Soricidae, *Sorex araneus*, *S. coronatus*, Rhineland, sibling species, morphology, ecology, distribution.

Einleitung

Die cytologisch sicher bestimmbaren Spitzmausarten *Sorex araneus* und *S. coronatus* waren lange Zeit hinsichtlich ihrer morphologischen Unterscheidbarkeit problematisch (von Lehmann 1955; Meylan 1964; Olert 1969, 1973). Hausser & Jammot (1974) entwickelten mit Hilfe der Diskriminanzanalyse an cytologisch bestimmten Tieren eine Trennformel, mit der beide Arten nach Schädelmerkmalen bestimmt werden können. Da ihre Ergebnisse auf Schweizer Individuen beruhen, entwickelten Mys, Van der Straeten & Verheyen (1985) für belgische und niederländische Tiere nach der gleichen Methode eine Trennfunktion. Auf der Grundlage dieser morphologischen Analysen konnten auch die Verbreitung und Ökologie der zwei Spitzmausarten in Frankreich, der Schweiz, in Belgien und den Niederlanden klarer abgesteckt werden (Meylan & Hausser 1978; Hausser et al. 1985; Mys et al. 1985).

Da die Verbreitung beider Arten in der Bundesrepublik Deutschland nur bruchstückhaft bekannt und unklar ist, ob sich die in der Schweiz entwickelte Trennformel hier mit Sicherheit anwenden läßt, wurde die Verteilung beider Arten im Rheinland und ihre Unterscheidbarkeit erneut untersucht, wobei besonders auf qualitative Merkmale geachtet wurde.

Material und Methoden

In dieser Studie wurden insgesamt 402 Individuen, 232 *S. araneus*, 170 *S. coronatus*, überprüft. Aus dem Rheinland stammten 315 Schädel und 197 Bälge (Fundgebiete siehe Karte in Abbildung 9); außerdem wurden 57 Schädel aus Skandinavien, 20 Schädel cytologisch bestimmter Tiere, 18 aus der Schweiz und 2 aus Frankreich, einbezogen. Neben 39 selbst

gesammelten Spitzmäusen aus Bonn und Umgebung (Tab. 1) wurden 176 Schädel aus dem Museum Alexander Koenig, Bonn, 154 Schädel aus der Sammlung Niethammer und 20 Schädel aus dem Zoologischen Institut Lausanne untersucht. Karyogramme wurden mit einer modifizierten Methode nach Gropp präpariert. Die Körpermaße sind in Niethammer & Krapp (1978) abgenommen und definiert. Die Farbverteilung wurde hauptsächlich an Rundbälgen beurteilt, da diese den natürlichen Verhältnissen eher entsprechen als gespannte oder getrocknete Felle. Nach Vorschlägen von Bühler (1963), Sans-Coma (1978) und Dötsch (1982) wurden 13 Strecken (x_1-x_9; x_{22}-x_{25}) am Oberschädel und 12 Strecken (x_{10}-x_{21}) am Unterkiefer gemessen. Die Meßpunkte sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Gemessen wurde mit einer

Tabelle 1: Angaben zu Individuen aus eigenen Aufsammlungen aus dem Gebiet um Bonn. Die Abkürzungen bedeuten: Kr = Kopf-Rumpflänge, Schw = Schwanzlänge, % = relative Schw, Hf = Hinterfußlänge, Ohr = Ohrlänge, Gew = Gewicht, ♂ = männlich, ♀ = weiblich, Sa = *Sorex araneus*, Sc = *S. coronatus*, 1 = Siebengebirge, 2 = Kottenforst, 3 = Drachenfelser Ländchen bei Gimmersdorf, I—III = Altersklassen, d = diesjährig, v = vorjährig.

Nr.	Funddatum	Fundort	Art	Geschl.	Altersklasse	Kr	Schw	%	Hf	Ohr	Gew
2	26. 08. 83	1	Sa	♂	II_d	62	44	71	12,3	—	6,6
3	08. 09. 83	1	Sa	♂	II_d	56	40	71	12,0	—	6,1
9	26. 06. 84	1	Sa	♂	III_v	74	42	57	13,5	9,4	12,7
11	26. 06. 84	1	Sa	♂	III_v	75	38	51	13,2	—	11,2
13	17. 07. 84	1	Sa	♀	I_d	—	37	—	12,5	—	—
15	17. 07. 84	1	Sa	♀	III_v	71	42	59	13,5	6,2	11,2
16	19. 07. 84	1	Sa	♀	I_d	74	41	55	12,3	6,3	7,1
17	19. 07. 84	1	Sa	—	I_d	73	40	55	12,1	6,4	8,2
23	08. 08. 84	2	Sa	♂	I_d	70	42	60	12,2	7,3	8,3
28	15. 08. 84	2	Sa	♂	I_d	61	38	62	12,0	6,0	6,4
31	23. 08. 84	1	Sa	♂	I_d	71	42	59	12,5	6,1	7,1
32	23. 08. 84	1	Sa	♀	I_d	64	33	52	12,2	5,5	5,1
37	19. 10. 84	1	Sa	♂	III_v	84	44	52	13,5	6,9	11,2
41	05. 06. 85	3	Sa	♂	III_v	84	43	51	13,0	8,0	12,3
42	05. 06. 85	3	Sa	♂	III_v	88	45	51	13,0	6,0	13,5
5	16. 06. 84	1	Sc	♂	III_v	70	39	56	11,5	5,9	9,2
6	26. 06. 84	1	Sc	♂	III_v	69	42	61	12,1	7,8	9,7
7	26. 06. 84	1	Sc	♀	I_d	69	38	55	12,5	7,0	6,3
8	26. 06. 84	1	Sc	♂	I_d	61	38	62	12,2	6,9	8,2
12	17. 07. 84	1	Sc	♀	I_d	64	36	56	11,9	5,0	8,4
14	17. 07. 84	1	Sc	♂	I_d	66	39	59	12,3	6,5	8,4
21	08. 08. 84	2	Sc	♀	I_d	66	36	55	11,8	6,0	7,1
21	04. 04. 83	1	Sc	♂	III_v	67	37	55	12,0	—	—
22	08. 08. 84	2	Sc	♂	I_d	68	40	59	11,8	6,9	7,3
29	16. 08. 84	2	Sc	♀	III_v	79	33	42	12,0	6,7	8,5
30	16. 08. 84	2	Sc	♂	I_d	73	41	56	11,7	6,0	7,1
33	29. 08. 84	2	Sc	♀	—	72	39	54	11,9	6,2	7,0
34	31. 08. 84	2	Sc	♂	I_d	62	33	53	11,7	6,0	6,3
35	31. 08. 84	2	Sc	♀	I_d	60	38	63	11,8	5,9	5,6
35	07. 08. 83	1	Sc	♂	III_v	63	38	60	12,0	7,5	8,7
36	12. 10. 84	2	Sc	♂	I_d	77	44	57	12,4	6,8	8,4
38	10. 04. 85	1	Sc	♀	II_v	66	35	53	11,9	6,7	9,8
39	11. 04. 85	1	Sc	♂	III_v	68	40	59	12,3	7,2	8,9

Schieblehre, die bis 1/10 mm Dicke zurückgeschliffen wurde, sowie mit einer Stereolupe mit Strichplatte. Die statistischen Angaben zu wichtigen Meßergebnissen enthalten die Stichprobenumfänge (n), die Mittelwerte ($\bar{x}$), die Variationsbreiten (x_{max}, x_{min}) und die Standardabweichungen (s) (Lorenz 1984; Sachs 1984). Die Signifikanzschranke liegt in dieser Untersuchung bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit (p) von 0,05; das entspricht einer statistischen Sicherheit der überprüften Aussage von 95 %.
Die statistische Sicherheit (S) wird durch folgende Zeichen angegeben:

*	$p<0{,}05$;
**	$p<0{,}01$;
***	$p<0{,}001$;
****	$p<0{,}0001$.

Einige Mandibel (n = 20; je 10 Stück pro Art) wurden mit einem Projektor bei 30-fach linearer Vergrößerung projiziert und die Umrisse der Silhouetten auf Zeichenpapier übertragen, um die Neigung des Processus coronoideus darzustellen (Abb. 8). Zuerst wurde die Gerade S festgelegt, auf der die ventralsten Punkte (P_1, P_2) des Mandibelastes lagen. Dann wurde von

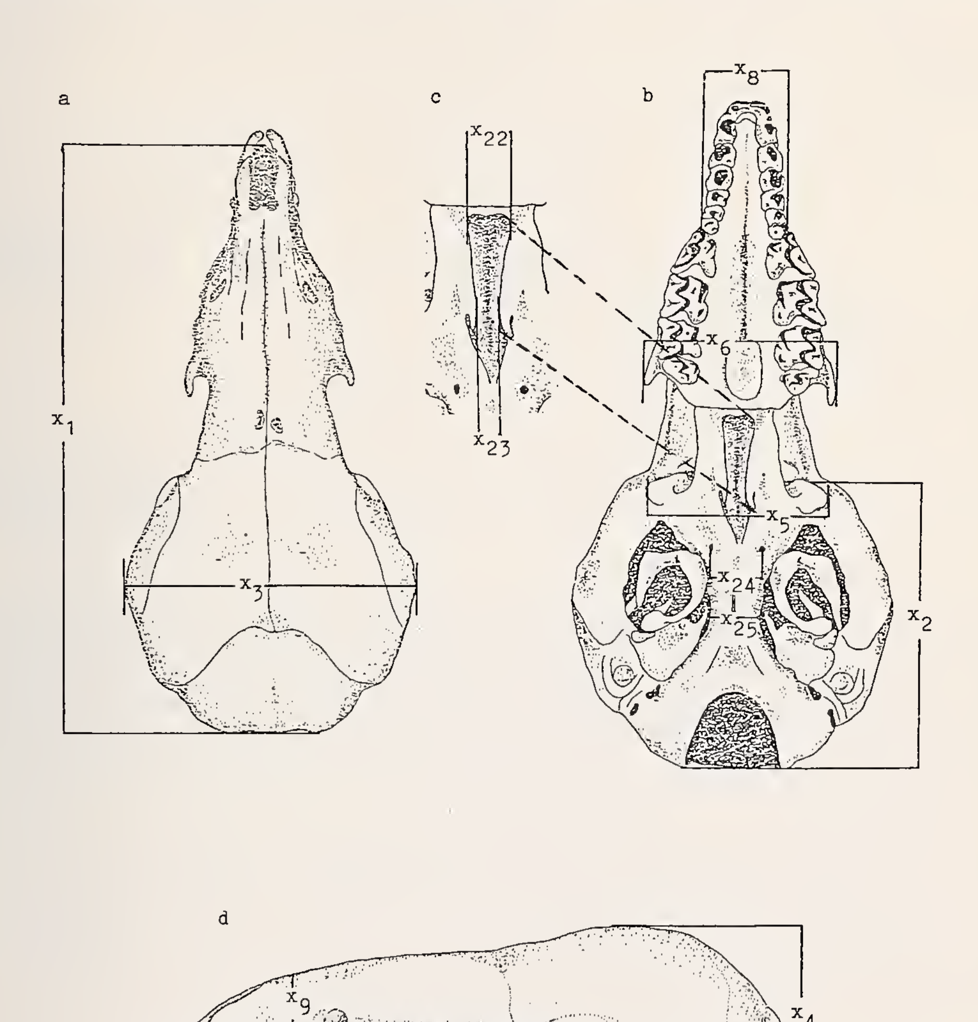


Abb. 1: Gemessene Strecken am Oberschädel (Beispiel: *S. coronatus*). a dorsal, b, c ventral, d lateral.

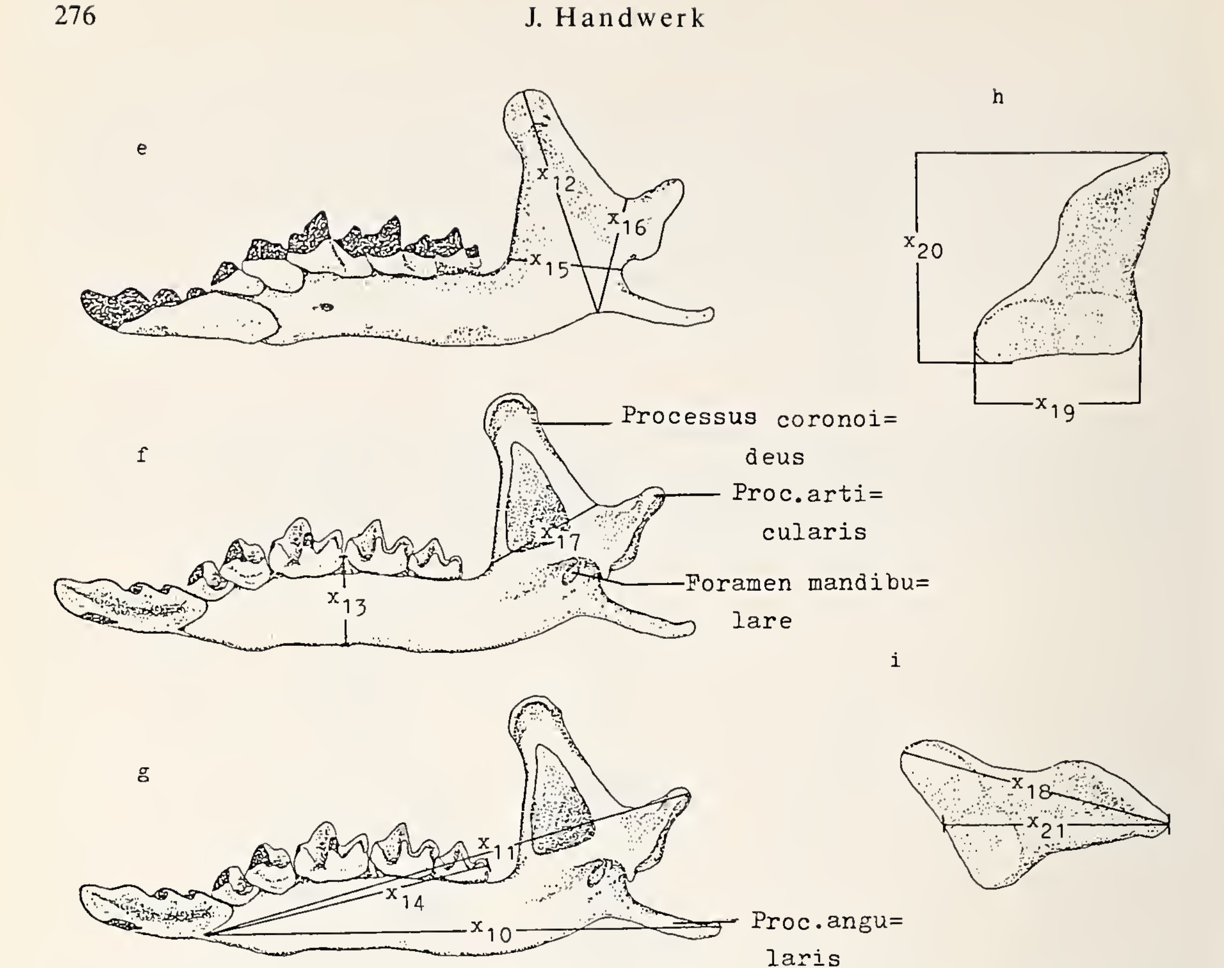


Abb. 2: Gemessene Strecken am Unterkiefer (e, f, g: *S. coronatus*; h, i: *S. araneus*); e labial, f, g lingual, h, i Fläche des rechten Proc. art. von caudal (i: um 90° nach labial gedreht).

dieser Geraden die Strecke a gezeichnet, die in der Originalvorlage bei 30-facher Vergrößerung immer 200 mm Länge hatte und sich mit der Vorderkante des basalen Anteils des Processus coronoideus decken mußte. Im Schnittpunkt von a mit S beginnt die Hypotenuse h, die durch den cranialsten Punkt des Kronenfortsatzes verläuft und auf die Gegenkathete g trifft, die ihrerseits als Lot von a errichtet wurde. Ziel dieser Konstruktion war es, das Verhältnis von Gegenkathete zu Ankathete = g:a zu bilden, um den Tangens des Winkels α zu erhalten. Dazu wurde g gemessen und durch a = 200 mm dividiert.

Die Rückansicht des Processus articularis wurde mit einer Reproduktionseinrichtung (Novoflex-Makrostand) bei Blitzlicht und einem Aufhellschirm fotografiert.

Um die Fellfärbung von Bälgen gleichalter Tiere vergleichen zu können, wurde eine Altersschätzung nach Zahnabnutzung, Funddatum, Schwanzbehaarung und in Einzelfällen auch nach dem Haarkleidtyp vorgenommen.

Die Artzugehörigkeit der Individuen wurde nach den Indexwerten aus Schädel- und Mandibelmaßen, die im Folgenden beschrieben werden, bestimmt.

Ergebnisse

Cytologische Untersuchungen

Der Karyotyp eines *Sorex araneus* ♀ (Nr. 16 in Tab. 1 und in Abb. 3, 5 u. 7 als Dreieck hervorgehoben) konnte als einziges Individuum cytologisch bestimmt werden.

Die Chromosomenzahl des diploiden Satzes beträgt 2n = 24. Davon sind 8 metazentrische und 4 akrozentrische Paare. Abgesehen davon, daß dieser Karyotyp schon numerisch seine Zugehörigkeit zu *Sorex araneus* dokumentiert, ist es außerdem charakteristisch, daß hier die kleinen Chromosomen in ihrer Mehrzahl akrozentrisch sind, während sie bei *S. coronatus* metazentrisch wären.

Morphologie

Körpermaße

In Tab. 1 sind die Maße von Individuen aus dem Bonner Gebiet (Abb. 10) wiedergegeben und in Tab. 2 die arithmetischen Mittel der Körpermaße von Tab. 1. Für *S. araneus* liegen diese durchweg höher als für *S. coronatus*. Ein Vergleich der Mittelwerte ergab signifikante Unterschiede für Schw ($p<0,01$) und Hf ($p<0,0001$). Für die Bestimmung sind diese Unterschiede nur von geringer Bedeutung, da beachtliche Überschneidungsbereiche ermittelt wurden.

Tabelle 2: Körpermaße der in Tab. 1 aufgeführten Individuen von *Sorex araneus* und *S. coronatus*. n = Stichprobenumfang, $\bar{x}$ = Mittelwert, s = Standardabweichung.

	Sorex ananeus			*Sorex coronatus*		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Kr	14	72	9,19	18	68	5,15
Schw	15	41	3,14	18	38	2,67
%	14	58	6,77	18	56	4,68
Hf	15	13	0,57	18	12	0,27
Ohr	11	7	1,12	17	6,5	0,69
Gew	14	9,1	2,83	17	8	1,23

Färbung der Bälge

Nachdem alle Individuen den Altersklassen I, II und III zugeteilt worden waren (I = jüngste Tiere), konnten die Bälge innerhalb einer Altersklasse zwischen beiden Arten verglichen werden. Sommer- und Winterfelle kamen in den Klassen II und III ausschließlich vor und zu bescheidenen Anteilen auch in Klasse I. Dort dominierten allerdings die typischen Erstlings- oder Jugendkleider, nach denen eine Unterscheidung beider Arten kaum möglich war. Bei Tieren aus dem Zentrum des Hohen Venns waren die Folgekleider beider Arten nicht zu unterscheiden. *S. coronatus* zeigte hier wie *S. araneus* verhältnismäßig breite Schabracken und mittelbraune Flanken, die gegen die dunkle Schabracke ± deutlich abgesetzt waren. Die innerartliche Variabilität war größer als die Unterschiede zwischen den Arten. Bereits im Rurtal (östl. Hohes Venn) war, bei nur einem Individuum je Art, eine schmalere Schabracke bei *S. coronatus* festzustellen, und auch aus Sourbrodt (Hohes Venn) lagen Individuen von *S. coronatus* mit schmalerer Schabracke vor.

S. coronatus aus der Eifel hatten gewöhnlich schmalere und etwas hellere Schabracken und auch hellere Flanken als *S. araneus*. Bei den Tieren vom Niederrhein, dem Bergischen Land und aus dem Bonner Gebiet (Bonn und Umgebung, Kottenforst, Drachenfelser Ländchen, Ersdorf, Siebengebirge etc.) waren die farblichen Unterschiede normalerweise deutlich ausgeprägt. *S. coronatus* besaß hier auffällig schmalere Schabracken und hellere Flanken als *S. araneus*. Nach der Färbung schwie-

rig zu bestimmende Individuen zeigten im Falle von *S. araneus*, daß besonders oberhalb der Vorderextremität die Schabrackengrenze häufig verwischt war, während sie sich bei *S. coronatus* ± scharf von der Seitenfärbung abhob.

Tabelle 3: Schädelmaße (x_1-x_{21}) von *Sorex araneus* und *S. coronatus* aus dem Bonner Gebiet.

Meß-strecke	*Sorex araneus* n	*Sorex araneus* $\bar{x}\pm s$	*Sorex coronatus* n	*Sorex coronatus* $\bar{x}\pm s$	Signi-fikanz
x_1	56	19,04±0,331 (18,30−19,65)	59	18,58±0,305 (17,95−19,20)	****
x_2	54	8,27±0,199 (7,70−8,65)	60	8,16±0,183 (7,70−8,50)	**
x_3	47	9,49±0,206 (8,90−9,90)	58	9,30±0,179 (8,95−9,70)	****
x_4	54	5,21±0,261 (4,70−5,75)	60	5,07±0,295 (4,35−5,85)	**
x_5	66	5,58±0,155 (5,20−6,00)	76	5,21±0,144 (4,75−5,55)	****
x_6	63	5,39±0,115 (5,10−5,70)	58	5,40±0,147 (5,00−5,80)	—
x_7	68	2,67±0,106 (2,38−2,91)	83	2,54±0,119 (2,13−2,78)	****
x_8	71	2,56±0,105 (2,25−2,80)	84	2,48±0,078 (2,30−2,65)	****
x_9	72	1,74±0,236 (1,50−2,19)	84	1,79±0,142 (1,50−2,31)	—
x_{10}	56	10,18±0,237 (9,60−10,80)	62	9,86±0,231 (9,30−10,40)	****
x_{11}	71	9,72±0,248 (9,05−10,40)	85	9,52±0,21 (9,00−9,85)	****
x_{12}	69	4,55±0,119 (4,30−4,85)	85	4,49±0,116 (4,10−4,75)	**
x_{13}	71	1,56±0,064 (1,44−1,69)	85	1,61±0,062 (1,50−1,75)	****
x_{14}	70	5,84±0,149 (5,34−6,13)	83	5,60±0,131 (5,28−6,00)	****
x_{15}	69	2,16±0,088 (2,00−2,35)	83	2,08±0,082 (1,85−2,25)	****
x_{16}	70	2,21±0,11 (1,90−2,35)	85	2,22±0,091 (1,90−2,40)	—
x_{17}	72	2,38±0,12 (2,19−2,81)	85	2,31±0,103 (2,06−2,69)	***
x_{18}	71	2,19±0,091 (2,00−2,47)	85	2,33±0,086 (2,13−2,50)	****
x_{19}	71	1,39±0,078 (1,28−1,69)	85	1,23±0,051 (1,09−1,34)	****
x_{20}	71	2,04±0,103 (1,80−2,30)	85	2,21±0,096 (2,00−2,40)	****
x_{21}	71	1,77±0,071 (1,59−1,97)	85	1,98±0,083 (1,78−2,25)	****

Im Drachenfelser Ländchen (Abb. 10) gab es auch oberseits fast schwarze Individuen von *S. araneus* und auffällig dreifarbig gefärbte *S. coronatus* mit mittelbraunen Flanken, die hier jedoch im Gegensatz zu solchen aus dem zentralen Hohen Venn merklich schmalere Schabracken als *S. araneus* besaßen. Die Flanken waren bei *S. araneus* und bei *S. coronatus* aus dem Hohen Venn mittelbraun und von der dunklen Schabracke und dem hellen Bauch ± deutlich abgesetzt. Dagegen hatten *S. coronatus* aus der Eifel, dem Bergischen Land, vom Niederrhein und aus dem Bonner Raum im Sommerfell normalerweise aufgehellte bis helle Flanken, deren Kontrast zur Schabracke im Winterfell oft noch ausgeprägter war.

Oberschädel

Die Meßergebnisse zeigen sehr deutliche Unterschiede zwischen beiden Arten. 7 von 9 Meßstrecken (x_1—x_9) sind signifikant unterschiedlich. Keine statistisch gesicherten Unterschiede ließen sich für die Strecken x_6 (= Abstand der Processus zygomatici) und x_9 (= rostrale Höhe) finden, die höhere Mittelwerte für *S. coronatus* ergaben. Die statistische Sicherheit in den Unterschieden der Mittelwerte ist bei x_5 (Abstand der ventralen Gleitflächen der Gelenkgruben am Oberschädel) besonders hoch ($p<0{,}0001$).

Bei den meisten Schädelmaßen lagen die Werte für *S. araneus* höher als bei *S. coronatus*, was den in der Regel größeren Körpermaßen von *S. araneus* entspricht. Der Unterschied in der Condylobasallänge (x_1), die bei *S. coronatus* signifikant kleiner war ($\overline{x}$ = 18,58) als bei *S. araneus* ($\overline{x}$ = 19,04), korrespondiert mit dieser Feststellung

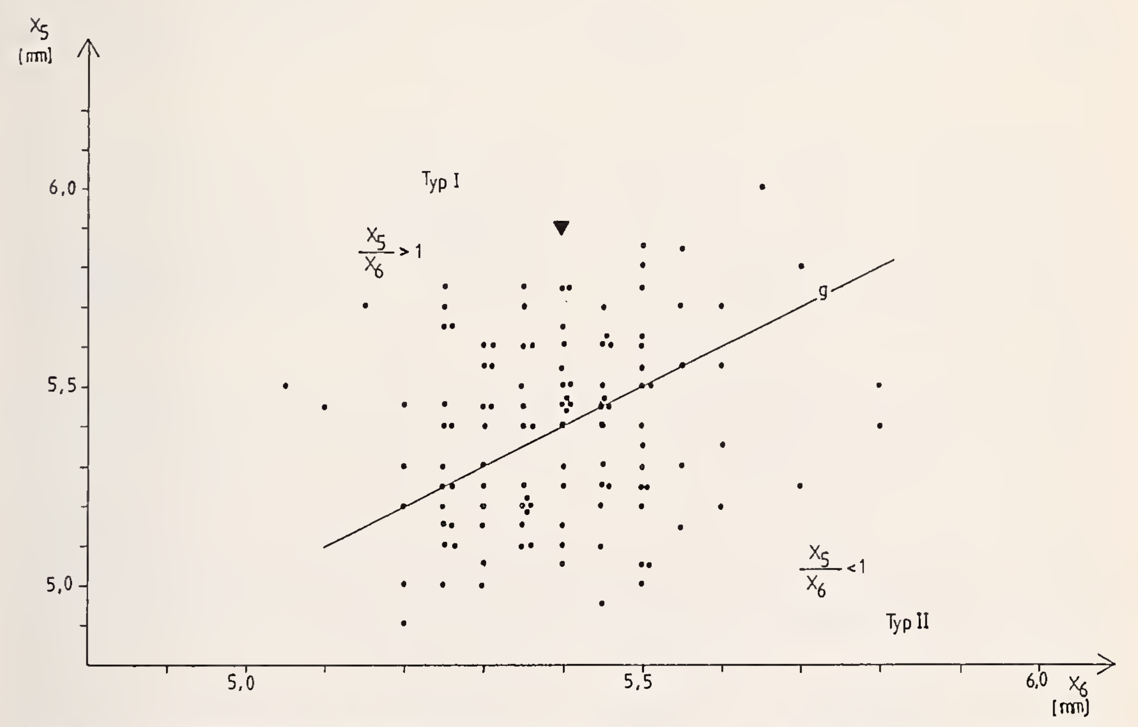


Abb. 3: Punktediagramm der Merkmale x_5 und x_6. $x_5/x_6 >1$ ist für Typ I (*S. araneus*) charakteristisch, $x_5/x_6 <1$ für Typ II (*S. coronatus*). Die Gerade g verläuft durch Indexwerte von x_5/x_6 = 1. Das Dreieck gibt die Werte für *Sorex araneus* ♀ Nr. 16 an, das cytologisch bestimmt wurde.

und den Ergebnissen von Olert (1973) und von Lehmann (1955). In die gleiche Richtung weisen auch die höheren Werte des Hirnschädels und der Länge des Rostrums bei *S. araneus*.

Die Werte für die Strecken x_5 (= ventraler Gleitflächenabstand der Gelenkgrube — Facies articularis ventralis glenoidalis) und x_6 (= zygomatische Breite) zeigten, in einem Koordinatensystem gegeneinander aufgetragen, eine Anhäufung um zwei verschiedene Zentren (Abb. 3). Der Quotient x_5/x_6 war bei *S. araneus* >1 und bei *S. coronatus* <1. Allein nach dem Index x_5/x_6 (Sa>1, Sc<1) konnten 90,1 % der Individuen richtig bestimmt werden (Tab. 4).

Tabelle 4: Indexwerte — arithmetische Mittel, Standardabweichungen, Extremwerte und statistische Sicherheit. Zur Herkunft: 1 = Rheinland (Bonn: Venusberg, Melbtal, Kottenforst, Ersdorf, Altendorf und Siebengebirge), 2 = Rheinland wie 1 incl. Hohes Venn, Eifel, Niederrhein, Aachen, Düren, Nord- und Süddeutschland, Schweiz, Frankreich, Skandinavien). Genauere Fundortbeschreibungen mit Stichprobenumfängen in Tabelle 10 und 11.

Index	Herkunft	*S. araneus*		*S. coronatus*		Signifikanz
		n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	
x_5/x_6	1	61	1,04±0,027 (1,00–1,11)	58	0,96±0,025 (0,90–1,00)	99,99 %
x_{21}/x_{19}	1	71	1,27±0,067 (1,11–1,45)	85	1,61±0,08 (1,44–1,83)	99,99 %
$\frac{x_{21}/x_{19}}{x_5/x_6}$	2	169	1,26±0,083 (1,06–1,51)	123	1,68±0,115 (1,44–2,09)	99,99 %

Darüber hinaus wurden 20 Schädel aus dem Rheinland, 18 aus der Schweiz und 2 aus Frankreich verglichen und nach morphologisch verschiedenen Strukturen betrachtet. Bei den schweizerischen und den französischen Individuen handelte es sich um cytologisch bestimmte Exemplare. Auch hier hatte *S. araneus* die größe mittlere Condylobasallänge. Während die rheinischen Tiere signifikant unterschiedliche x_1-Werte zwischen den Arten zeigten ($\bar{x}_{Sa}$ = 18,99, $\bar{x}_{Sc}$ = 18,46), war dies bei den Schweizer Tieren nicht der Fall ($\bar{x}_{Sa}$ = 19,47, $\bar{x}_{Sc}$ = 19,13).

Die Condylobasallängen (x_1) der Schweizer Individuen lagen bei beiden Arten deutlich über den ermittelten Werten für rheinische Tiere. In der Choanenweite (x_{22}) wies die rheinische Stichprobe ebenfalls artlich signifikante Unterschiede auf ($\bar{x}_{Sa}$ = 0,89, $\bar{x}_{Sa}$ = 0,97), während diese bei Schweizer Individuen nicht gesichert werden konnten. Immerhin hatten auch dort *S. coronatus* ($\bar{x}$ = 0,99) im Mittel größere Choanenweiten als *S. araneus* ($\bar{x}$ = 0,93). Dagegen zeigten die zwei Arten aus beiden Stichproben signifikante Unterschiede im Abstand der Foramina vascularia (x_{24}):

	S. araneus	*S. coronatus*
Rheinland	$\bar{x}$ = 1,29	$\bar{x}$ = 1,52
Schweiz	$\bar{x}$ = 1,28	$\bar{x}$ = 1,53

Tendenziell hatten *S. coronatus* längere Processus zygomatici, einen zierlicheren caudalen Teil des Anulus tympanicus und ein weites und rundes Foramen magnum (bei *S. araneus* enger und spitzer) (Abb. 4).

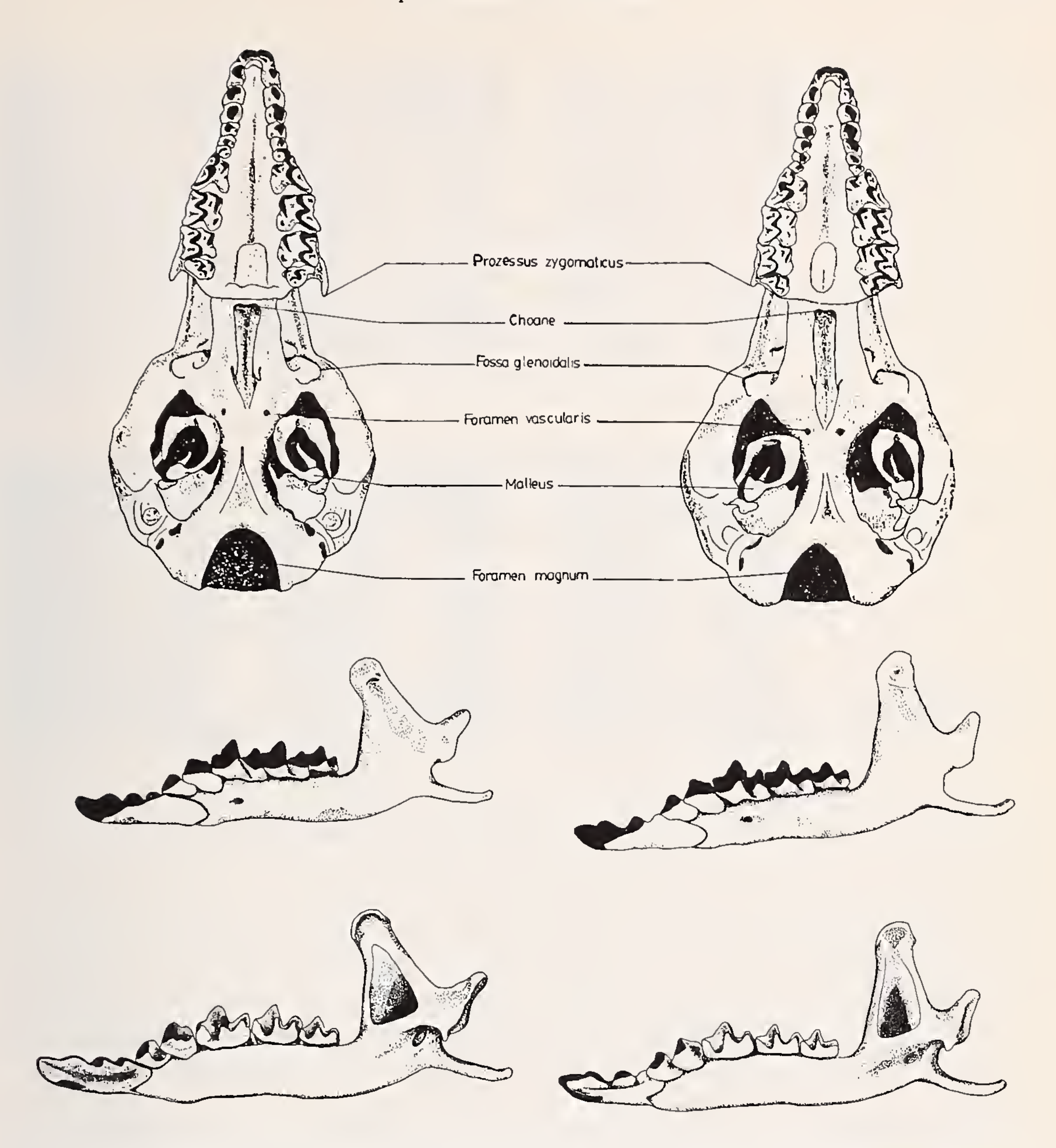


Abb. 4: Unterschiede am Schädel. Oberschädel: links *S. coronatus*, rechts *S. araneus*. Mandibel: links *S. coronatus*, rechts. *S. araneus*; oben von labial, unten von lingual.

Mandibel

Hier konnten bei 11 von 12 gemessenen Strecken ($x_{10}-x_{21}$) signifikante Unterschiede zwischen den Arten ermittelt werden. Nicht gesichert werden konnte x_{16} (= Postcoronarhöhe), die allerdings im Mittel bei *S. coronatus* größer war als bei *S. araneus*. Die statistische Sicherheit lag besonders hoch bei x_{14}(= Länge der unteren Zahnreihe) und den Meßstrecken am Condylus ($x_{18}-x_{21}$). Signifikant höhere Werte für *S. coronatus* ergaben die Stecken x_{13} (= Unterkieferhöhe) sowie die Strecken am Condylus x_{18} (= Gelenkkopfdiagonale), x_{20} (= Gelenkkopfhöhe, lingual) und x_{21} (= Gelenkkopfhöhe, labial) während die übrigen Mandibelstrecken mit Ausnahme von x_{16} gesichert höhere Werte bei *S. araneus* hatten.

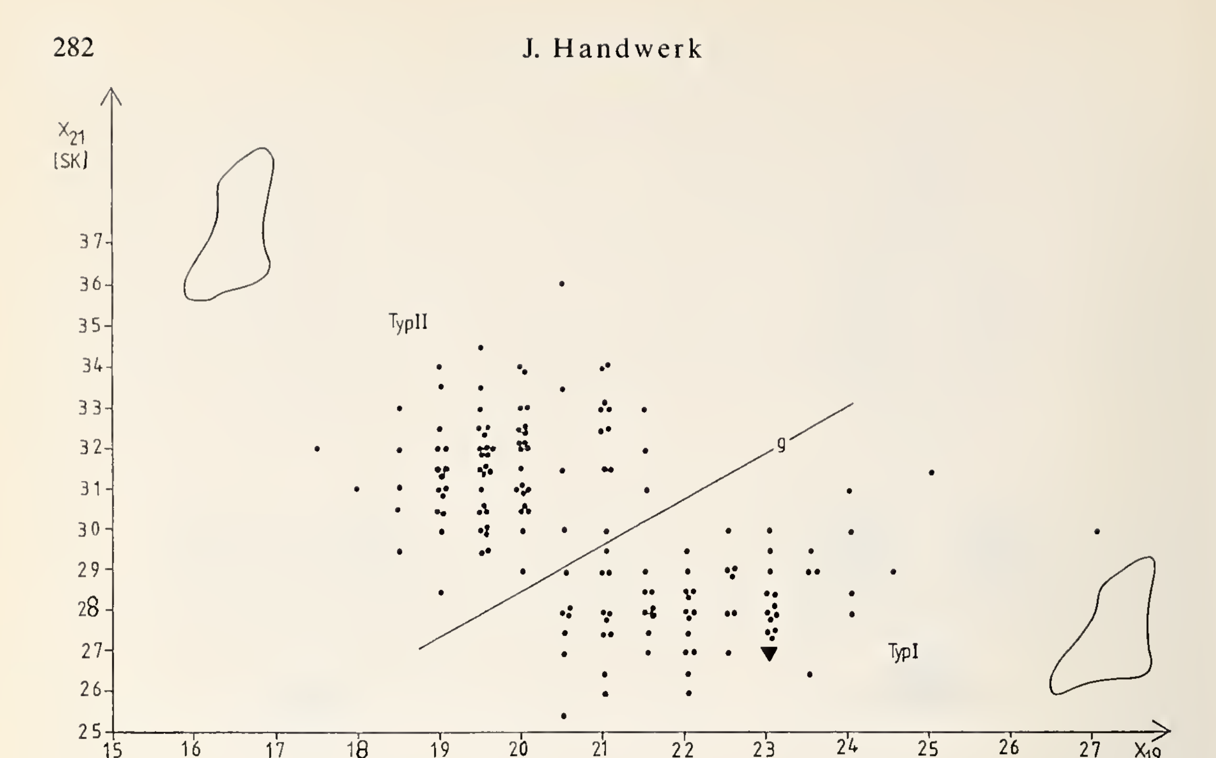


Abb. 5: Punktediagramm der Merkmale x_{19} und x_{21}. SK = Skalenteile (1 SK = 0,0625 mm). Die Gerade g ist willkürlich gezeichnet und trennt die Punktewolken für beide Typen (Typ I = *S. araneus*, Typ II = *S. coronatus*).

Auf proportionale Unterschiede der Condyli in Rückansicht zwischen beiden Arten wies Pieper (1978) bei osthessischen Individuen hin. Eine Überprüfung dieses Merkmales bei rheinischen Tieren ergab, daß sich mit Hilfe der Meßstrecken x_{19} (= Gelenkkopfbasislänge) und x_{21} tatsächlich zwei Morphen des Processus articularis beschreiben lassen. Beide Größen ergeben in einem Koordinatensystem (Abb. 5) zwei getrennte Punktewolken. Zur Charakterisierung der Gelenkfortsatztypen wurde der Quotient x_{21}/x_{19} gebildet. Für *S. araneus* wurden Mittelwerte von 1,27 und für *S. coronatus* von 1,61 errechnet (Tab. 4). Oft gelang es durch bloßes Betrachten der Caudalfläche des Processus articularis, die Individuen richtig zu bestimmen. Drei Beispiele pro Art zeigt Abb. 6.

Zur Gewinnung eines „arttypischen Bildes" wurden je 10 Caudalflächen mit Indexwerten, die um den errechneten Mittelwert lagen, übereinander projiziert. Das ergab eine mittlere, für die Art bezeichnende Umrißlinie (Abb. 6). *S. araneus* hatte einen niedrigen, breiten, *S. coronatus* einen hohen, schmalen Condylus. Der Verlauf der Grenze variierte intraspezifisch recht deutlich. Während die labiale Kante gerade, dies besonders bei *S. coronatus*, oder eingebuchtet sein konnte, verlief die linguale Seitenlinie durchweg geschwungen. Eine entsprechende Vielförmigkeit traf ebenso auf die ventrale Kante zu, die die Basis des Gelenkfortsatzes begrenzt (Abb. 6).

Nach dem Index x_{21}/x_{19} konnten bei einer Variationsbreite von 1,11—1,51 für *S. araneus* und 1,44—1,83 für *S. coronatus* 93,4 % der untersuchten Individuen richtig bestimmt werden. Wie aus den Abbildungen 3 und 5 hervorgeht, hatte der Index x_{21}/x_{19} bei der Bestimmung eine größere Zuverlässigkeit als der Index x_5/x_6. Wenn beide Merkmale kombiniert werden, kann eine noch höhere Trennwirkung erzielt werden (Abb. 7).



Abb. 6: Processus articularis von caudal. Oben *S. araneus* (Indexwerte x_{21}/x_{19} von links nach rechts 1,13; 1,22; 1,32). Unten *S. coronatus* (Indexwerte x_{21}/x_{19} von links nach rechts 1,55; 1,64; 1,83). Rechts durch Überlagerung konstruierte Idealformen.

Nachdem aus beiden zuvor beschriebenen Indices der neue Index $x_{21}/x_{19}:x_5/x_6$ gebildet wurde, lagen die Mittelwerte für beide Arten noch weiter auseinander als bei dem Index x_{21}/x_{19}, und sie konnten gleichfalls auf einem hohen Signifikanzniveau statistisch gesichert werden (Tab. 4). Die Zuverlässigkeit der Bestimmung wurde auf diese Weise auf 96,2 % richtig bestimmter Individuen gesteigert.

Entsprechend den Oberschädeln aus dem Rheinland (n = 20), aus der Schweiz (n = 18) und Frankreich (n = 2) wurden auch die Mandibel nach weiteren morphologischen Merkmalen untersucht. Es zeigte sich, daß das Foramen mandibulare (Abb. 2) bei beiden Arten gewöhnlich in Zweizahl auftrat und bisweilen, besonders bei der Schweizer Stichprobe, auch in Einzahl. Häufig hatte *S. araneus* ein auffällig vergrößertes vorderes Foramen mandibulare, und rheinische *S. coronatus* besaßen oft ein vergrößertes hinteres Foramen.

Ein uneinheitliches Bild bot sich in den Fällen, in denen nur ein Foramen mandibulare vorkam. Es konnte keine Aussage darüber gemacht werden, welches der beiden Foramina fehlte.

Der Processus articularis war dorsal, von labial gesehen, in der Regel bei *S. coronatus* stärker caudad ausgezogen als bei *S. araneus* (Abb. 4).

Unterschiede zwischen beiden Arten konnten auch in der Neigung des Processus coronoideus festgestellt werden. Während dieser bei *S. araneus* normalerweise gerade oder schwach nach vorne geneigt war (in einem Fall bei einem Schweizer Individuum

Abb. 7: Punktediagramm der Merkmalskombination aus x_{21}/x_{19} und x_5/x_6. Die gestrichelte Linie ist willkürlich gezeichnet und trennt beide Punktewolken.

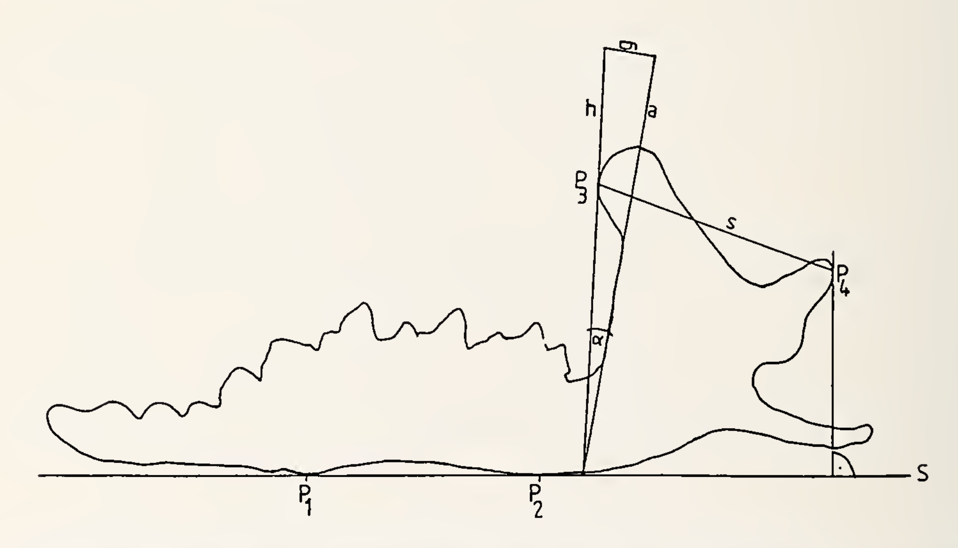


Abb. 8: Silhouette einer linken Unterkieferhälfte von *Sorex coronatus*. P_1, P_2 = ventralste Punkte der UK-Hälfte; a = Ankathete (= 200 mm in Originalvorlage), g = Gegenkathete, h = Hypotenuse, S = Gerade, P_3 = Schnittpunkt von h im cranialsten Punkt des Kronenfortsatzes; P_4 = Schnittpunkt des Lotes von S im caudalsten Punkt des Gelenkfortsatzes; s = Strecke von P_3 zu P_4.

sogar nach hinten orientiert), hatten *S. coronatus* gewöhnlich ± deutlich nach vorne geneigte Kronenfortsätze.

Die Mittelwerte für tan α waren bei *S. araneus* und *S. coronatus* etwas über dem 5 % Niveau signifikant von 0 verschieden. Voneinander waren sie bei $p > 20$ % nicht signifikant verschieden.

Zusammenfassung der morphologischen Unterschiede zwischen *Sorex araneus* und *S. coronatus* im Rheinland

Merkmalskomplexe	*S. araneus*	*S. coronatus*
1. Körpermaße		
Kr, Schw, %, Hf, Ohr, Gew	Mittelwerte größer als bei *S.c.*	Mittelwerte kleiner als bei *S.a.*
2. Färbung		
(Gilt nicht für Hohes Venn, wo kaum ein Unterschied besteht)	Schabracke ± breit und oberhalb der Vorderextremität meist verwischte Grenze zur Flanke.	Schabracke ± schmal und häufig etwas heller; oberhalb der Vorderextremität ± scharfe Grenze zur Flanke.
	Flanken mittelbraun und gewöhnlich ± deutlich zur Schabracke und zur Bauchseite abgesetzt.	Flanken häufig hellbraun oder heller (wie Ventralseite) und zur Schabracke sehr deutlich abgesetzt. Bisweilen auch typisch dreifarbige Individuen mit schmaler Schabracke.
3. Schädel	Signifikant höhere Werte in den meisten Schädelmaßen; Ausnahmen: Rostrumhöhe, Jochbogenfortsatzabstand.	Signifikant kleinere Werte in den meisten Maßen; größerer Jochbogenfortsatzabstand (x_6) und höheres Rostrum (x_9).
Index x_5/x_6	>1	<1
Choane (x_{22})	Enger ($\bar{x}$ = 0,89)	Weiter ($\bar{x}$ = 0,97)
Foramen vasculare (x_{24})	Abstand enger ($\bar{x}$ = 1,29)	Abstand weiter ($\bar{x}$ = 1,52)
Processus zygomaticus	Häufig kürzer	Häufig länger
Caudaler Teil des Anulus tympanicus	Massiv	Zierlich
Foramen magnum	Eng und spitz	Weit und rund
4. Mandibel	Länger, mit größerer Coronarhöhe (x_{12})	Kürzer, mit kleinerer Coronarhöhe
Untere Zahnreihe	Länger	Kürzer
Unterkieferhöhe (x_{13})	Kleiner	Größer
Condylus	Niedrig und breit	Hoch und schmal

Indices (x_{21}/x_{19}, $\frac{x_{21}/x_{19}}{x_5/x_6}$ (Tab. 4)	Kleiner	Größer
Vorderes Foramen mandibulare	Häufig vergrößert	—
Hinteres Foramen Mandibulare	—	Häufig vergrößert
Processus articularis	—	In der Regel caudad deutlich verlängert
Processus coronoideus	Gerade oder schwach nach vorn geneigt.	Meist deutlich nach vorn geneigt.

Verbreitung

Aus Tab. 5 können die Fundgebiete, die Anzahl der Individuen beider Arten und deren zahlenmäßiges Verhältnis je Fundort entnommen werden. Serien mit mindestens 4 Spitzmäusen enthielten durchweg beide Arten. Im Siebengebirge, in der Voreifel bei Ersdorf-Altendorf und in der Eifel war das Verhältnis der beiden Arten nahezu 1:1. Höhere *S. coronatus*-Anteile ergaben die Fundgebiete Kottenforst-Ville (1,5:1), das Bergische Land (2:1) und der Niederrhein (3:1), mehr an *S. araneus* allein das Hohe Venn. Die Lage der Fundorte zeigen die Abb. 9 und 10. Die östlichsten

Tabelle 5: Anzahl der Individuen von verschiedener Herkunft und Anteile beider Arten in einer Stichprobe.

Fundgebiet	Habitat	*Sorex araneus*	*Sorex coronatus*	ungefähres Zahlenverhältnis von Sa : Sc
Siebengebirge	Erlenbruch	14	15	1 : 1
Kottenforst-Ville bei Bonn	Erlenbruch, Bachufer, Wald u. Waldrand	32	46	1 : 1,5
Drachenfelser Ländchen	Waldrand, Graben im Kulturland	3	1	—
Ersdorf-Altendorf		31	36	1 : 1
Bunte Kuh a. d. Ahr		3	—	—
Rengsdorf a. d. Wied		—	1	—
Bergisches Land		7	13	1 : 2
Eifel	Bachrand, Sumpf, Wiesen und Feldgehölz	9	8	1 : 1
Hohes Venn	Hochmoor, Bachrand, Wald mit Lichtung u. Kahlschlag	52	24	2 : 1
Aachen — Düren	Schneise im Fichtenwald, Kulturland	2	4	—
Niederrhein		4	13	1 : 3

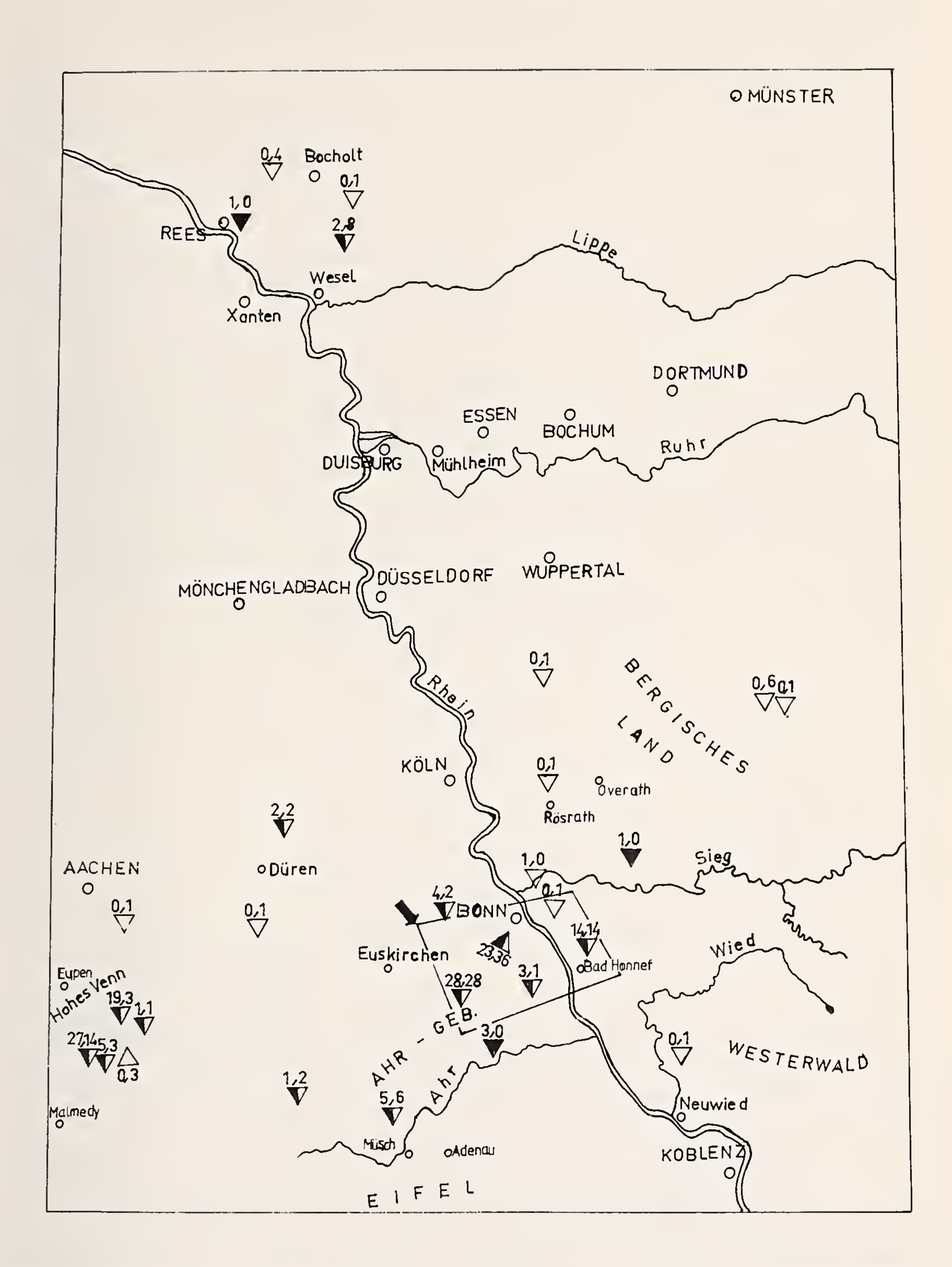


Abb. 9: Untersuchte Fundgebiete von *Sorex araneus* und *S. coronatus* im Rheinland. Hell: *S. coronatus*, dunkel: *S. araneus;* Anzahl der Individuen: Zahlen vor dem Komma = Sa, hinter dem Komma = Sc. Viereck mit Pfeil: eigenes Sammelgebiet (in Abb. 10 vergrößert).

Fundgebiete lagen bei Pernze und Rengse zwischen der Bundesautobahn A 45 und Bergneustadt im Ostteil des Bergischen Landes. Hier fanden sich ausschließlich *S. coronatus*, die östliche Verbreitungsgrenze von *S. coronatus* im Rheinland ist also noch nicht erreicht. Das nächst westlich gelegene Fundgebiet war Rengsdorf a. d. Wied im Westerwald, wo ebenfalls *S. coronatus* vorkam. Auch die Angabe von Hutterer & Vierhaus (1984), nach der die östliche Verbreitungsgrenze von *S. coronatus* durch Ostwestfalen verläuft, läßt vermuten, daß ich östlichste Vorkommen von *S. coronatus* für das Rheinland noch nicht erfaßt habe. Im Südwesten lagen die Sammelgebiete aus dem Hohen Venn. Ein besonders hoher Anteil von *S. araneus* war hier für die eigentlichen Hochmoorgebiete in Belgien (Baraque Michel, Mont Rigi und Brackvenn bei Mützenich) bezeichnend, während bei Sourbrodt (Belgien) und im Randbereich am Reichenstein (Rurtal, deutsche Seite) trotz kleiner Stichprobenumfänge erkennbar war, daß der Anteil von *S. coronatus* wieder zunahm.

Die Zahlenverhältnisse von *S. araneus* zu *S. coronatus* waren für Baraque Michel 27:14, für Mützenich 19:3, für Sourbrodt 5:3, für Reichenstein 1:1 und für Rurtal 0:3. Faßt man Sourbrodt, Reichenstein und Rurtal zusammen, so ergibt sich ein ähnliches Zahlenverhältnis von *S. araneus* : *S. coronatus* (6:7), wie es auch am Aremberg/Eifel (5:6) oder im Bonner Raum angetroffen wurde.

Abb. 10 zeigt vergrößert den durch einen Pfeil in Abb. 9 gekennzeichneten Kartenausschnitt: Dargestellt sind Fundorte aus der Umgebung von Bonn. Alle größeren Stichproben ($\geq$ 4) enthielten auch hier beide Arten, und es muß angenommen werden, daß im Bonner Gebiet syntope Vorkommen die Regel sind.

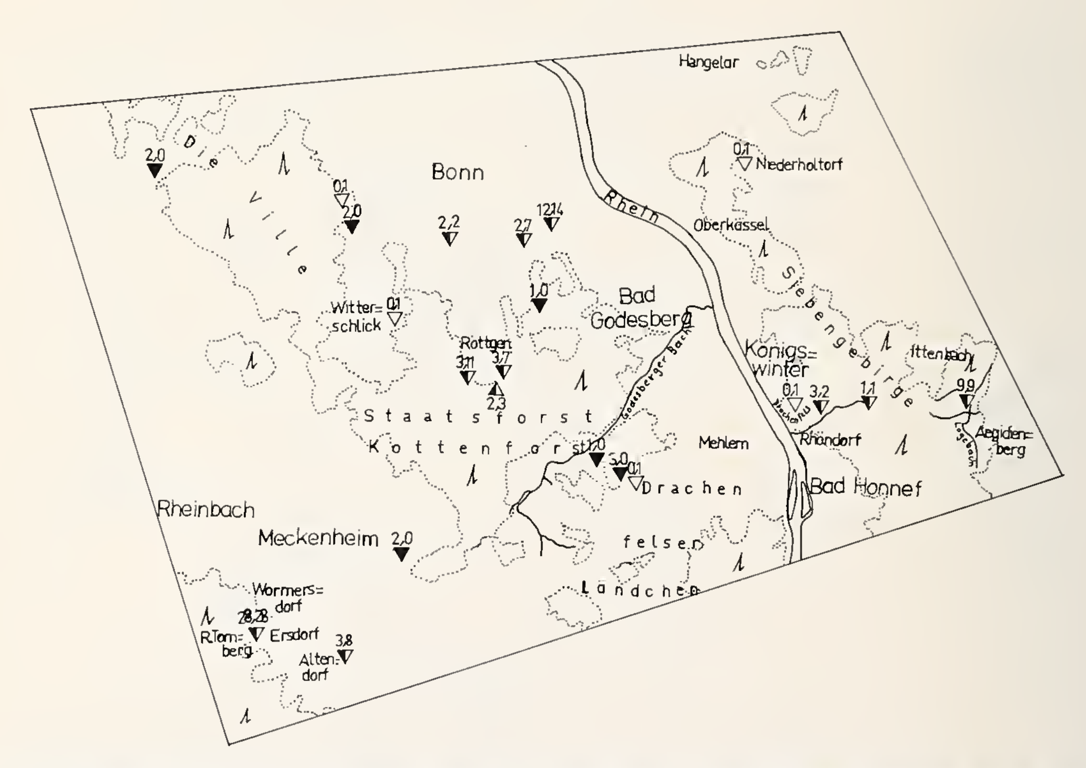


Abb. 10: Fundgebiete von *S. araneus* und *S. coronatus* im Bonner Raum. Zeichen wie in Abb. 9. Die punktierten Linien umschließen größere Gehölze und Waldgebiete.

Das Fehlen von Fundstellen in der Ebene unmittelbar am Rhein resultiert daraus, daß diese Bereiche dicht bebaut sind und Sorex-Arten hier bisher tatsächlich nicht gefangen wurden (Stadtgebiet Bonn, Bad Honnef und Rheinufer bei Rhöndorf). Dafür war hier *Crocidura russula* häufig. Über das häufige Auftreten der Hausspitzmaus im Bonner Rheintal berichtete bereits von Lehmann (1969). Auch die überprüften Tiere aus anderen Sammlungen stammen nicht aus dem Rheintal.

Eine Bevorzugung bestimmter Höhen über NN konnte bei keiner der beiden Arten festgestellt werden. Die Fundgebiete liegen zwischen 100 und 600 m NN.

Niederschläge

Um die Frage nach möglichen Einflüssen der jährlichen Niederschlagshöhe auf die Vorkommen beider Arten zu klären, wurden die Fundorte mit der im Hydrologischen Atlas der Bundesrepublik Deutschland angegebenen Niederschlags-Verteilung verglichen (Tab. 6).

Weniger als 600 mm Niederschläge erhält die Umgebung von Düren, aus der je zwei *S. araneus* und *S. coronatus* untersucht wurden. Die Mehrzahl der Herkunftsorte lag zwischen Isohyeten von 600—800 mm Niederschlagshöhe. Hier war das Zahlenverhältnis der Arten ≥ 1 zugunsten von *S. coronatus.*

Im Hohen Venn überwog *S. araneus* bei mittleren Niederschlägen zwischen 1000 und 1400 mm. In Regionen hoher Niederschläge scheint also der Anteil von *S. araneus* höher zu liegen.

Tabelle 6: Übersicht von Fundorten und mittleren jährl. Niederschlagshöhen bezogen auf die proportionalen Anteile beider Arten je Stichprobe.

Verhältnis *S. araneus / S. coronatus*	Niederschlagshöhe mm	Fundgebiet
2 : 1	1200 — 1400 bzw. 1000 — 1200	Hohes Venn
1 : 1	800 — 1000 bzw. 600 — 800	Siebengebirge
1 : 1	600 — 800	Bonn und Umgebung
1 : 1	600 — 800	Aremberg / Eifel
1 : 1,5	600 — 800	Kottenforst-Ville
1 : 2	800 — 1000	Bergisches Land
1 : 3	600 — 800	Niederrhein

Temperatur

Darüber hinaus war es von Interesse, ob sich Beziehungen zwischen der Jahresdurchschnittstemperatur und den Vorkommen beider Arten feststellen lassen. Als Vergleichsgröße wurde die mittlere wirkliche Lufttemperatur in °C aus dem Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen und dem Klima-Atlas von Rheinland-Pfalz angegeben (Tab. 7). Die mittlere wirkliche Lufttemperatur ist einmal für die Vegetationsperiode Mai—Juli und für das Jahr für die Periode 1891—1930 tabelliert worden.

Im Hohen Venn konnten nur die Werte der deutschen Seite aus dem Atlas gelesen werden. Möglicherweise liegen diejenigen aus dem belgischen Hochmoorgebiet um Baraque Michel noch etwas darunter. Die niedrigsten Temperaturen aller Untersuchungsgebiete herrschen im Hohen Venn mit dem höchsten Prozentsatz an *S. araneus.* Die zweitniedrigste Temperatur wurde im Osten des Bergischen Landes gefun-

den, wo allerdings nur *S. coronatus*-Vorkommen in der Stichprobe registriert wurden. In den anderen Gebieten lag das Temperaturniveau höher, und die Anteile beider Arten waren ausgeglichen (Siebengebirge, Ersdorf), oder *S. coronatus* hatte ein Übergewicht (Kottenforst, Bergisches Land, Niederrhein).

S. araneus hatte demnach im Hohen Venn mit den niedrigsten Durchschnittstemperaturen und den größten Niederschlagshöhen seinen höchsten Anteil und *S. coronatus* demgegenüber am Niederrhein mit vergleichsweise hohen Durchschnittswerten für die Temperatur und geringen für die Niederschläge.

Tabelle 7: Übersicht von Fundorten und mittlerer wirklicher Lufttemperatur bezogen auf die proportionalen Anteile beider Arten je Stichprobe.

Verhältnis *S. araneus / S. coronatus*	*Lufttemperatur* °C Mai—Juni	Jahr	Fundgebiet
2 : 1	12 — 13	6 — 7	Hohes Venn, deutsche Seite
1 : 1	14 — 15	8 — 9	Siebengebirge
1 : 1	14 — 15	8 — 9	Ersdorf
1 : 1,5	15 — 16	9 — 10	Kottenforst-Ville
1 : 2	± 13	7 — 8	Berg. Land Ost
1 : 2	14 — 15	9 — 10	Berg. Land West
1 : 2	15 — 16	9 — 10	Königsforst
1 : 3	15 — 16	9 — 10	Niederrhein

Habitate

Der Großteil der eigenen Fänge stammte aus dem Siebengebirge und dem Kottenforst. Gute Ausbeuten konnten in Lebensstätten erzielt werden, die innerhalb von Erlenbrüchen lagen oder an diese anschlossen.

Siebengebirge

In einem Bruchwald entlang des Logebaches (Abb. 10) bei ca. 200 NN mit dichter Bodenvegetation fingen sich 9 *S. araneus* und 9 *S. coronatus*. Zu Beginn des Rhöndorfer Tales unweit vom Drachenfels konnten auf Ödland und an Wegeböschungen 4 *S. coronatus* gesammelt werden, und mehr im Waldesinnern an Böschungen und auf Lichtungen 3 *S. araneus*.

Kottenforst/südl. Bonn

Bei Röttgen (ca. 165 NN) wurden in einem Bruchwald mit sehr tiefgründigem morastigen Untergrund und üppiger Krautschicht ebenfalls syntope Vorkommen von *S. araneus* und *S. coronatus* festgestellt (3:7). Hier wie auch im Siebengebirge fingen sich beide Arten gelegentlich in derselben Lebendfalle.

Ersdorf/südwestl. Bonn

Auf der Grundlage der Habitatsbeschreibungen nach von Lehmann (1955) ergab das vorliegende Material (n = 52) bei ca. 260 NN größenteils syntope Vorkommen beider Arten. Es handelte sich bei diesen Lebensstätten zumeist um Gebüsch- und Niederwaldstreifen, die sich durch trockenes bis mäßig feuchtes Wiesengelände zogen (von Lehmann 1955). Allerdings gab es auch Anzeichen für eine räumliche Trennung der Arten. In einer Korbweidenanpflanzung überwog der Anteil von *S. coronatus* sehr

deutlich (5 *Sc* : 1 *Sa*), und ein völlig trockener Gebüschstreifen nahe einem Wohnhaus beherbergte ausschließlich *S. coronatus* (11 Ind.). Andererseits trat an einem Wiesenweg mit Wassergraben, Gestrüppzone, Gebüschstreifen und feuchter Pfeifengraswiese (*Molinia coerulea*) *S. araneus* stärker in Erscheinung (9 *Sa* : 2 *Sc*).

Drachenfelser Ländchen
Je acht Vertreter pro Art wurden nach ihrem Fundort verglichen (Fundortbeschreibungen nach Terhardt 1986):

	S. araneus	*S. coronatus*
Wald- oder waldnahe Lebensräume		
— trocken	1	1
— feucht	2	—
Offene Landschaft, meist Kulturland		
— mit Strauch, Baum oder Feldgehölz	5	2
— Anpflanzung mit Jungeichen	—	1
— völlig frei, nur niedrige Vegetation, z. B. Grasstreifen	—	4

Eifel und Bonn
19 *S. araneus* und 7 *S. coronatus* wurden bezüglich ihrer Lebensstätte verglichen. Hier waren keine merklichen Unterschiede in der Habitatwahl zwischen den zwei Arten erkennbar.

Es ist bemerkenswert, daß *S. coronatus* größere Bereitschaft zeigte, offenes Kulturland fern von Waldungen und trockenere Reviere zu besiedeln, und dort zuweilen in Nachbarschaft des Menschen angetroffen wurde. Dennoch ist beiden Arten die Präferenz für Feuchthabitate wie Sümpfe, Bruchwälder und Bachränder gemeinsam.

Diskussion

Obwohl *S. araneus* größer als *S. coronatus* ist (Tab. 2), konnten von Körpermaßen nur die Unterschiede der absoluten Schwanzlänge (Schw) und der Hinterfußlänge (Hf) statistisch gesichert werden. Auf die gute Meßbarkeit der Schwanzlänge wies bereits Ohlert (1973) hin. Nach Röben (1968) sind die Körperanhänge wenig abhängig von Alter und Jahreszeit. Demgegenüber unterliegen die Kopfrumpflänge (Kr) und das Gewicht (Gew) alters- und jahreszeitlich bedingten Schwankungen (Borowski & Dehnel 1952), und darüber hinaus besteht zwischen der Stärke des winterlichen Gewichtsverlustes und den Temperaturen des besiedelten Gebietes eine Proportionalität (Niethammer 1956). Offenbar erklärt dies die beachtlichen Schwankungen einiger Körpermaße wie etwa der Kopfrumpflänge (Kr).

Bei einem Stichprobenumfang von 236 Individuen aus dem Rheinland ließen sich für *S. araneus* höhere absolute Schwanzlängen (Schw) sichern (Tab. 8). Während Olert (1973) zwar ebenso Unterschiede in den Mittelwerten feststellen, diese aber nicht sichern konnte, fand Ott (1968) bei Schweizer Material gleichfalls signifikante Unterschiede.

Im gesamten Bonner Gebiet (Siebengebirge, Drachenfelser Ländchen, Voreifel und Bonn) sowie im Bergischen Land und in der Eifel unterscheiden sich *S. araneus* und *S. coronatus* normalerweise sowohl im Winter- als auch im Sommerfell recht gut.

Tabelle 8: Die absolute Schwanzlänge von *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* aus verschiedenen Herkunftsgebieten.

Fundgebiet	*Sorex araneus*					*Sorex coronatus*				
	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s
Rheinland	78	41	33	46	2,32	88	40	33	47	2,55
Eifel	10	42	37	47	2,91	6	40	38	42	1,41
Hohes Venn	27	40	35	44	2,24	5	38	35	41	2,28
Niederrhein	4	40	36	42	2,83	13	40	32	44	3,73
Aachen, Düren Nideggen	2	35	33	37	2,83	3	38	35	40	2,52
Dänemark	8	39	36	40	1,41	—	—	—	—	—
Schweden	34	41	34	45	2,34	—	—	—	—	—
Finnland	13	41	35	44	2,22	—	—	—	—	—

Selbst aus dem Hohen Venn (Rurtal, Sourbrodt) lagen Individuen von *S. coronatus* vor, die eine sichtbar schmalere Schabracke besaßen als *S. araneus*. Im eigentlichen Hochvenn jedoch waren die Arten bei gleichzeitig intraspezifischer Variabilität nicht an der Färbung zu unterscheiden. *S. coronatus* glich hier *S. araneus*: breite Schabracke und mittelbraune Flanken. Von Lehmann (1955) fielen im Hohen Venn auch kleine Formen des dunklen Typs auf, und er schloß daraus, daß Tiere des dunklen Typs durchaus kleine Maße haben können. Diese Beobachtung unterstreicht die hier gewonnenen Erkenntnisse über die Gleichfarbigkeit beider Arten im Hohen Venn und spricht dafür, daß es sich bei der Kleinform des dunklen Typs um eine Farbvariante von *S. coronatus* gehandelt hat.

Wenn auch für das Untersuchungsgebiet, mit Ausnahme der Hochmoorgebiete im Hohen Venn, das von Hutterer & Vierhaus (1984) für das Rheinland angegebene Farbmuster in vielen Fällen gilt, kamen gelegentlich Exemplare vor, die in ihrer Zuordnung Schwierigkeiten bereiteten; so z. B. intensiv dreifarbige *S. coronatus*.

Am Schädel wurde die Unterscheidung beider Arten vor allem nach vier Meßstrecken (x_5, x_6, x_{19}, x_{21}) vorgenommen. Die Trennwirkung war besonders hoch, nachdem die Quotienten x_5/x_6 und x_{21}/x_{19} kombiniert wurden, und es konnten dadurch 96,2 % der Individuen richtig bestimmt werden. Deutlich wurden die Pieper (1978) erstmals aufgefallenen Unterschiede der Gelenkfortsätze bestätigt. Bei 18 von 21 genommenen Schädelmaßen ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den Arten nachweisen. Auf der Grundlage dieser biometrischen Analyse kann festgestellt werden, daß *S. coronatus* kräftigere und kürzere Mandibeln besitzt und auffällige Proportionsunterschiede bezüglich der Form des Gelenkfortsatzes zeigt (Abb. 6). Bei in der Regel kleineren Körper- und Schädelmaßen für *S. coronatus* hatte dieser einen größeren Jochfortsatzabstand, ein höheres und kürzeres Rostrum und eine kräftigere Basis von Gelenk- und Winkelfortsatz als *S. araneus*. Diese Befunde decken sich teilweise mit Erkenntnissen von Haussner & Jammot (1974), Meylan & Hausser (1978) und Dötsch (1982). Eine absolute Trennwirkung nach der Länge der unteren Zahnreihe (x_{14}), wie es Olert (1973) annimmt, ließ sich nicht erkennen.

Bei dem cytologisch bestimmten Individuum von *S. araneus* (Nr. 16 in Tab. 1) lagen die Indexwerte x_{21}/x_{19} (= 1,17), x_5/x_6 (= 1,09) und $x_{21}/x_{19}:x_5/x_6$ (= 1,07) sowie die Condylobasallänge (= 19,05) deutlich in dem für *S. araneus* charakteristischen

Bereich. Sämtliche aus Skandinavien untersuchten Tiere, die zweifelsohne zu *S. araneus* gehörten, entsprachen morphologisch bestimmten *S. araneus* (Tab. 9 u. 10).

Eine Stichprobe von 20 Individuen aus der Schweiz und Frankreich mit je 10 cytologisch bestimmten *S. araneus* und *S. coronatus* bestätigte diese Resultate (Tab. 9 u. 10) und ließ keinen Zweifel daran, daß mit Hilfe der empfohlenen Bestimmungsmerkmale bei hoher Wahrscheinlichkeit eine richtige Zuordnung zu einer der zwei Arten gewährleistet ist.

Tabelle 9: Der Index x_{21}/x_{19} von *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* aus verschiedenen Herkunftsgebieten.

Fundgebiet	*Sorex araneus*					*Sorex coronatus*				
	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s
Rheinland	87	1,27	1,11	1,45	0,07	109	1,61	1,44	1,83	0,08
Eifel	9	1,31	1,20	1,43	0,08	8	1,65	1,55	1,78	0,09
Hohes Venn	51	1,32	1,18	1,51	0,07	23	1,63	1,50	1,82	0,08
Niederrhein	4	1,28	1,24	1,33	0,05	13	1,65	1,56	1,78	0,06
Aachen, Düren Nideggen	1	1,29	—	—	—	4	1,66	1,55	1,72	0,08
Horstedt/Weser	1	1,35	—	—	—	—	—	—	—	—
Staffelberg/ Oberfranken	1	1,37	—	—	—	—	—	—	—	—
Bayer. Wald	3	1,36	1,27	1,49	0,11	—	—	—	—	—
Schweiz	10	1,41	1,32	1,49	0,05	8	1,64	1,57	1,76	0,07
Frankreich	—	—	—	—	—	2	1,62	1,58	1,66	0,06
Dänemark	8	1,29	1,22	1,33	0,04	—	—	—	—	—
Schweden	35	1,33	1,22	1,44	0,07	—	—	—	—	—
Finnland	14	1,35	1,27	1,43	0,05	—	—	—	—	—

Tabelle 10: Der Index x_5/x_6 von *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* aus verschiedenen Herkunftsgebieten.

Fundgebiet	*Sorex araneus*					*Sorex coronatus*				
	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s
Rheinland	69	1,04	0,99	1,11	0,03	70	0,96	0,90	1,03	0,03
Eifel	6	1,03	0,99	1,10	0,04	5	0,94	0,85	0,97	0,05
Hohes Venn	41	1,05	1,00	1,11	0,02	16	0,98	0,95	1,03	0,02
Niederrhein	—	—	—	—	—	9	0,97	0,95	1,00	0,02
Aachen, Düren Nideggen	2	1,04	1,01	1,06	0,04	4	0,94	0,90	0,98	0,03
Horstedt/Weser	1	1,06	—	—	—	—	—	—	—	—
Staffelberg/ Oberfranken	1	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—
Bayer. Wald	3	1,03	1,02	1,05	0,02	—	—	—	—	—
Schweiz	10	1,02	0,95	1,07	0,04	7	0,96	0,92	0,98	0,02
Frankreich	—	—	—	—	—	2	0,93	0,93	0,93	0,00
Dänemark	8	1,03	0,99	1,07	0,03	—	—	—	—	—
Schweden	20	1,04	1,00	1,11	0,03	—	—	—	—	—
Finnland	10	1,04	1,01	1,08	0,03	—	—	—	—	—

Vergleich rheinischer *S. araneus* und *S. coronatus* mit anderen Populationen beider Arten

Sorex araneus

Die rheinischen *S. araneus* entsprachen in ihrem Farbmuster weitgehend dem Normaltyp, der nach Hauser (1978) ± dreifarbig ist. In der Regel ließ sich der dunkle Rücken gegen eine etwas hellere Seitenzone abgrenzen. Nach von Lehmann (1955) waren zwischen Norwegen und dem nördlichen Alpenrand keine grundlegenden Unterschiede in der Färbung festzustellen.

Nach Schädelmaßen, beispielsweise der Condylobasallänge und der Coronarhöhe (= Koronoidhöhe), waren rheinische Individuen größer als norddeutsche, aber kleiner als süddeutsche, österreichische und ungarische Tiere (Schubarth 1958; Schmidt 1971; Tab. 11).

Individuen aus der Schweiz unterschieden sich besonders durch größere Schwanzlängen, größere Hinterfußlängen und größere Condylobasallängen (Ott 1968; vorliegende Ergebnisse, Tab. 11), und außerdem lag ihr Indexwert x_{21}/x_{19} auffällig näher bei jenem von *S. coronatus*, als dies bei rheinischen Exemplaren zu beobachten war (Tab. 9). Auch Olert (1973) konnte an Schweizer Individuen aus dem Wallis stärkere Annäherung in Schädelmerkmalen beider Arten feststellen als bei rheinischen Tieren. Sowohl nach morphologischen (Ott 1968; Olert 1973 u. eig. Ergebnisse) als auch nach karyologischen Merkmalen (Searle 1984) scheinen Schweizer *S. araneus* besonders weit entfernt von rheinischen Waldspitzmäusen zu stehen. Dagegen stimmen westfälische Tiere (Hutterer & Vierhaus 1984) morphologisch gut mit rheinischen überein. Der Mangel an ausreichendem Vergleichsmaterial, das nach beiden Arten unterschieden wurde, erlaubt es nicht, weitere Aussagen über Beziehungen deutscher Populationen zueinander zu machen.

Tabelle 11: Die Condylobasallänge von *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* aus verschiedenen Herkunftsgebieten.

Fundgebiet	*Sorex araneus*					*Sorex coronatus*				
	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s	n	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s
Rheinland	68	19,06	18,30	20,00	0,36	79	18,63	17,95	19,35	0,31
Eifel	2	18,88	18,75	19,00	0,18	4	18,84	18,40	19,20	0,34
Hohes Venn	30	18,87	17,80	19,50	0,36	19	18,37	17,45	19,25	0,39
Niederrhein	1	19,00	—	—	—	3	18,27	17,75	18,70	0,48
Aachen, Düren Nideggen	2	18,98	18,90	19,05	0,11	4	18,53	18,20	18,80	0,26
Horstedt/Weser	1	18,70	—	—	—	—	—	—	—	—
Staffelberg/ Oberfranken	1	19,15	—	—	—	—	—	—	—	—
Bayer. Wald	3	19,07	18,85	19,20	0,19	—	—	—	—	—
Schweiz	10	19,47	18,75	20,05	0,43	8	19,37	18,30	20,00	0,51
Frankreich	—	—	—	—	—	2	18,18	18,05	18,30	0,18
Dänemark	8	18,61	17,85	19,15	0,40	—	—	—	—	—
Schweden	16	18,72	18,25	19,30	0,31	—	—	—	—	—
Finnland	11	19,04	18,55	19,45	0,26	—	—	—	—	—

Sorex coronatus

Rheinische *S. coronatus* zeichnen sich normalerweise durch auffällig kontrastreiche Färbung bezüglich Ober- und Unterseite aus (von Lehmann 1955). Der Rücken hat eine schmale und dunkle Schabracke, deren scharfer Übergang zur helleren Flanken- und Bauchfärbung gut zu sehen ist. Es gab auch nach dem *S. araneus*-Muster dreifarbig gefärbte Stücke, die dann jedoch in der Regel die schmale Schabracke besaßen. Ausnahmen wurden im Hohen Venn angetroffen, wo keine farblichen Unterschiede zu *S. araneus* bestanden. Auf die Problematik, nach Färbungsunterschieden Soriciden zu bestimmen, wies Hausser (1978) hin. Genau wie im Rheinland wurden auch in Westfalen besonders kontrastreich gefärbte Individuen gesammelt, und nach Hutterer & Vierhaus (1984) soll dieser Kontrast weiter südlich abnehmen. Nach Olert (1973) ähnelten Individuen aus Liechtenstein nach Größe und Farbe sehr den Tieren aus dem Rheinland, während solche aus dem Wallis (Schweiz) deutlich größer waren und keine kontrastreiche Färbung besaßen. Eine kleine Serie von *S. coronatus* aus Bochum (Westfalen), die Schwammberger (1976) beschrieb, entsprach farblich den rheinischen Individuen, war aber in den angegebenen Mittelwerten von Körper- und Schädelmaßen von diesen teilweise sehr verschieden. Bei auffallend niedrigen Condylobasallängen und unteren Zahnreihenlängen, was Kleinschädeligkeit dokumentiert, hatten Koronoidhöhe, Hinterfuß- und Schwanzlänge vergleichsweise hohe Werte.

Analog zu *S. araneus* waren auch Schweizer Individuen von *S. coronatus* größer und hatten größere Schwanz- und Hinterfußlängen als rheinische Exemplare (Ott 1968). Belgische und niederländische Stücke sind vermutlich kleiner als rheinische, da die Mandibellängen nach Mys et al. (1985) signifikant kürzer waren. Im Vergleich dazu ermittelte ich bei Populationen aus dem Hohen Venn und vom Niederrhein besonders kleine Condylobasallängen (Tab. 11), was mit den Ergebnissen von Mys et al. (1985) gut im Einklang steht. Im Gegensatz dazu zeigten *S. araneus* aus dem Hohen Venn und vom Niederrhein keine bemerkenswerten Unterschiede zu artgleichen Populationen aus der Eifel und den übrigen rheinischen Fundgebieten.

Nach Färbungsmerkmalen unterschieden sich rheinische und westfälische *S. coronatus* auffallend von jenen aus dem Hohen Venn. Bei Berücksichtigung biometrischer Ergebnisse, wie z. B. der Condylobasal-, der Schwanz- und der Hinterfußlänge, traten deutliche Unterschiede zwischen Individuen aus dem Rheinland, dem Hohen Venn, dem Niederrhein und aus Bochum (Westfalen) hervor. Verglichen mit mittelrheinischen Exemplaren waren Tiere vom Niederrhein und vom Hohen Venn ausgesprochen kleinschädelig bei normalen Schwanzlängenwerten, und jene aus Bochum waren kleinschädelig bei großer Hinterfuß- und Schwanzlänge (Tab. 8 und 11).

Danksagung

Herrn Prof. Dr. J. Niethammer, Zoologisches Institut Bonn, und Herrn Dr. R. Hutterer, Museum Alexander Koenig Bonn, danke ich ganz herzlich für vielfältige Anregungen und Ratschläge sowie für die bereitwillige Überlassung von Untersuchungsmaterial. Darüber hinaus möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. P. Vogel und Herrn Prof. Dr. J. Hausser, beide Zoologisches Institut Lausanne, für ihre Hilfsbereitschaft und das zur Verfügung gestellte Sammlungsmaterial ganz herzlich bedanken.

Zusammenfassung

Die zwei Spitzmausarten *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* wurden biometrisch verglichen, ihre Verbreitung im Rheinland untersucht und Daten zur Ökologie gesammelt. Nach 21 Meßstrecken an Schädeln und Mandibeln von 73 *S. araneus* und 85 *S. coronatus* konnten Schädelmerkmale ermittelt werden, nach denen sich beide Arten recht gut unterscheiden. Von insgesamt 232 *S. araneus* und 170 *S. coronatus* sind mit der Kombination zweier Indexwerte (x_5/x_6 und x_{21}/x_{19}) 96,2 % der Individuen richtig bestimmt worden. Auf Untersuchungen bezüglich geschlechtsabhängiger Merkmale konnte nach Befunden vorangegangener Studien (Hausser & Jammot 1974; Mys et al. 1985) verzichtet werden. Alle berücksichtigten Fundgebiete aus dem Rheinland, von denen mindestens vier Individuen vorlagen, enthielten beide Arten. An näher untersuchten Habitaten im Raum Bonn lebten *S. araneus* und *S. coronatus* syntop eng zusammen. *S. araneus* bevorzugt feuchte und kühle Lebensräume, während *S. coronatus* eher in offene und trockene Bereiche ausweicht.

Literatur

Borowski, S., & A. Dehnel (1952): Angaben zur Biologie der Soricidae. — Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska, Sect. C 7: 305—448.

Bühler, P. (1963): Zur Gattungs- und Artbestimmung von *Neomys*-Schädeln — Gleichzeitig eine Einführung in die Methode der optimalen Trennung zweier systematischer Einheiten mit Hilfe mehrerer Merkmale. — Z. Säugetierkunde 29: 65—93.

Dötsch, C. (1982): Der Kauapparat der Soricidae (Mammalia, Insectivora). Funktionsmorphologische Untersuchungen zur Kaufunktion bei Spitzmäusen der Gattungen *Sorex* Linnaeus, *Neomys* Kaup und *Crocidura* Wagler. — Zool. Jb. Anat. 108: 421—484.

Hausser, J. & M. Jammot (1974): Etude biométrique des machoires chez les *Sorex* du groupe *araneus* en Europe continentale (Mammalia, Insectivora). — Mammalia 38: 324—343.

— (1978): Répartition en Suisse et en France de *Sorex araneus* L., 1758 et de *Sorex coronatus* Millet, 1828 (Mammalia, Insectivora). — Mammalia 42: 329—341.

—, F. Catzeflis, A. Meylan & P. Vogel (1985): Speciation in the *Sorex araneus* complex (Mammalia: Insectivora). — Acta zool. Fennica 170: 125—130.

Hutterer, R. & H. Vierhaus (1984): Waldspitzmaus — *Sorex araneus* Linnaeus, 1758; Schabrackenspitzmaus — *Sorex coronatus* Millet, 1828. In: Die Säugetiere Westfalens (R. Schröpfer, R. Feldmann & H. Vierhaus, Hrsg.). — Abh. Westf.-Mus. Naturkde 46 (4): 54—60.

Lehmann, E. von (1955): Über die Untergrundmaus und die Waldspitzmaus in NW-Europa. — Bonn. zool. Beitr. 6: 8—27.

— (1969): Aufsammlungen von Kleinsäugern im Naturpark Nordeifel. — Rheinische Heimatpflege NF 1: 46—63.

Lorenz, R. J. (1984): Grundbegriffe der Biometrie. — Fischer, Stuttgart.

Meylan, A. (1964): Le polymorphisme chromosomique de *Sorex araneus* L. (Mamm. — Insectivora). — Rev. Suisse Zool. 71: 903—983.

— & J. Hausser (1978): Le type chromosomique A des *Sorex* du groupe *araneus*: *Sorex coronatus* Millet, 1828 (Mammalia, Insectivora). — Mammalia 42: 115—122.

Mys, B., E. van der Straeten & W. Verheyen (1985): The biometrical and morphological indentification and the distribution of *Sorex araneus* L., 1758 and *S. coronatus* Millet, 1828 in Belgium (Insectivora, Soricidae). — Lutra 28: 55—70.

Niethammer, J. (1956): Das Gewicht der Waldspitzmaus, *Sorex araneus* Linné 1758, im Jahreslauf. — Säugetierkundl. Mitt. 4: 160—165.

— & F. Krapp, Hrsg. (1978): Handbuch der Säugetiere Europas 1. — Akad. Verlagsges., Wiesbaden.

Olert, J. (1969): Fellzeichnung und Größe rheinischer Waldspitzmäuse (*Sorex araneus*) (Mamm. — Insectivora). — Decheniana 122: 123—127.

— (1973): Schädelmessungen an rheinischen Wald- und Schabrackenspitzmäusen. — Bonn. zool. Beitr. 24: 366—373.

— (1973): Cytologisch-morphologische Untersuchungen an der Waldspitzmaus (*Sorex araneus* Linné, 1758) und der Schabrackenspitzmaus (*Sorex gemellus* Ott, 1968) (Mammalia — Insectivora). — Veröff. Univ. Innsbruck 76, Alpin-Biolog. Studien 5.

Ott, J. (1968): Nachweis natürlicher reproduktiver Isolation zwischen *Sorex gemellus* sp. n. und *Sorex araneus* Linnaeus 1758 in der Schweiz (Mammalia, Insectivora). — Revue Suisse Zool. 75: 53—73.

Pieper, H. (1978): Zur Kenntnis der Spitzmäuse (Mammalia, Soricidae) in der Hohen Rhön. — Beitr. Naturk. Osthessen 13, 14: 101—106.

Röben, P. (1968): Die Spitzmäuse (Soricidae) der Heidelberger Umgebung. — Säugetierkundl. Mitt. 17: 42—62.

Sachs, L. (1984): Angewandte Statistik. — Springer, Heidelberg, Berlin, New York, Tokyo.

Sans-Coma, V. (1978): Beitrag zur Kenntnis der Waldspitzmaus, *Sorex araneus* Linné, 1758, in Katalonien, Spanien. — Säugetierkdl. Mitt. 27: 96—106.

Schmidt, E. (1971): Einiges über die Variabilität der Koronoidhöhe von ungarischen Waldspitzmäusen (*Sorex araneus* L.). — Z. Säugetierkunde 37: 52—55.

Schubarth, H. (1958): Zur Variabilität von *Sorex araneus* L. — Acta theriol. 2: 175—202.

Schwammberger, K. H. (1976): Nachweis der Schabrackenspitzmaus (*Sorex gemmellus* Ott, 1968) in Westfalen. — Natur und Heimat 36: 66—69.

Searle, J. B. (1984): Three new karyotypic races of the Common shrew *Sorex araneus* (Mammalia, Insectivora) and a phylogeny. — Systematic Zoology 33: 184—194.

Terhardt, A. (1986): Raumverteilung, Ressourcennutzung und Ökologie der Säugetiere des Drachenfelser Ländchens. — Diplomarbeit Bonn.

Johannes Handwerk, GTZ-GmbH, PVB-Cairo, 8, Hassan Sabri Str., Cairo-Zamalek, Egypt. Ab August 1988: Drachenfelsstr. 33, D-5340 Bad Honnef-Rhöndorf.